

日 本 国 特 許 庁

JAPAN PATENT OFFICE

J1046 U.S. PTO
09/990094
11/21/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年11月22日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-355947

出 願 人

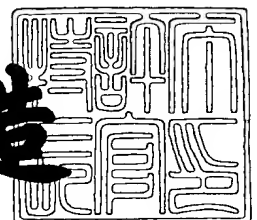
Applicant(s):

セイコーエプソン株式会社

2001年 5月31日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3050678

【書類名】 特許願

【整理番号】 J0081807

【提出日】 平成12年11月22日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01B 11/06
G02F 1/13 101

【発明者】

【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

【氏名】 黒岩 雅宏

【特許出願人】

【識別番号】 000002369

【氏名又は名称】 セイコーエプソン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100093388

【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴木 喜三郎

【連絡先】 0266-52-3139

【選任した代理人】

【識別番号】 100095728

【弁理士】

【氏名又は名称】 上柳 雅誉

【選任した代理人】

【識別番号】 100107261

【弁理士】

【氏名又は名称】 須澤 修

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013044

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9711684

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 液晶パネルの評価方法及び評価装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 液晶パネルを光学的に評価するための液晶パネルの評価方法であって、前記液晶パネルに対して所定状態の偏光を入射させ、その正反射光における前記液晶パネルに設けられた液晶層を通過してきた偏光成分の比率を増大させて検出光とし、該検出光を元にパネル評価を行うことを特徴とする液晶パネルの評価方法。

【請求項 2】 反射型の液晶パネルを光学的に評価するための液晶パネルの評価方法であって、前記液晶パネルに対して所定状態の偏光を入射させ、その正反射光における前記液晶パネルに設けられた液晶層を通過してきた偏光成分の比率を増大させて検出光とし、該検出光を元にパネル評価を行うことを特徴とする液晶パネルの評価方法。

【請求項 3】 液晶パネルを光学的に評価するための液晶パネルの評価方法であって、前記液晶パネルの液晶層の背面側には反射手段が配置されており、前記液晶パネルに対して所定状態の偏光を入射させ、その正反射光における前記液晶パネルに設けられた液晶層を通過してきた偏光成分の比率を増大させて検出光とし、該検出光を元にパネル評価を行うことを特徴とする液晶パネルの評価方法。

【請求項 4】 前記偏光は第 1 の振動面を有する偏光成分を主体とするものであり、前記検出光は、前記正反射光のうちの主として前記第 1 の振動面を有する偏光成分を削減したものであることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 項に記載の液晶パネルの評価方法。

【請求項 5】 前記検出光は、前記正反射光から主として前記第 1 の振動面とほぼ直交する第 2 の振動面を有する偏光成分を抽出したものであることを特徴とする請求項 4 に記載の液晶パネルの評価方法。

【請求項 6】 液晶層を備えた液晶パネルを光学的に評価するための液晶パネルの評価方法であって、前記液晶パネルに対して第 1 の振動面を有する直線偏光を入射させ、その反射光のうちの前記第 1 の振動面と略直交する第 2 の振動面

を有する偏光成分を検出光とし、該検出光を元にパネル評価を行うことを特徴とする液晶パネルの評価方法。

【請求項 7】 液晶層を備えた液晶パネルを光学的に評価するための液晶パネルの評価方法であって、前記液晶層の背面側に反射手段が設けられており、前記液晶パネルに対して第 1 の振動面を有する直線偏光を前記液晶層の前面側から入射させ、その反射光のうちの前記第 1 の振動面と略直交する第 2 の振動面を有する偏光成分を検出光とし、該検出光を元にパネル評価を行うことを特徴とする液晶パネルの評価方法。

【請求項 8】 前記検出光に基づいて前記液晶層の厚さを求めることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 7 のいずれか 1 項に記載の液晶パネルの評価方法。

【請求項 9】 前記検出光の分光スペクトルの極値の波長若しくは周波数位置に基づいて前記液晶層の厚さを求めることを特徴とする請求項 8 に記載の液晶パネルの評価方法。

【請求項 10】 前記検出光に基づいて前記液晶層内の異物を調べることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 9 のいずれか 1 項に記載の液晶パネルの評価方法。

【請求項 11】 液晶パネルを光学的に評価するための液晶パネルの評価装置であって、所定状態の偏光を前記液晶パネルに対して照射する偏光照射手段と、前記液晶パネルから放出される正反射光を受け、該正反射光のうち前記液晶パネルに設けられた液晶層を通過してきた偏光成分の比率を増大させた検出光を得るための検光手段と、該検出光を検出する光検出手段とを備えていることを特徴とする液晶パネルの評価装置。

【請求項 12】 液晶層を有する液晶パネルを光学的に評価するための液晶パネルの評価装置であって、第 1 の振動面を備えた直線偏光を前記液晶パネルに対して照射する偏光照射手段と、前記液晶パネルから放出される反射光を受け、該反射光のうちの前記第 1 の振動面を備えた偏光成分を削減して検出光を得るための検光手段と、該検出光を検出する光検出手段とを備えていることを特徴とする液晶パネルの評価装置。

【請求項 13】 前記偏光照射手段は、光源と、該光源から放出される光が

ら前記偏光を得るための偏光手段とを有することを特徴とする請求項 1 1 又は請求項 1 2 に記載の液晶パネルの評価装置。

【請求項 1 4】 前記偏光手段の偏光透過軸と、前記検光手段の偏光吸収軸とが光軸を基準として相互に略直交していることを特徴とする請求項 1 3 に記載の液晶パネルの評価装置。

【請求項 1 5】 前記検出光に基づいて前記液晶層の厚さを求める手段を備えていることを特徴とする請求項 1 1 乃至請求項 1 4 のいずれか 1 項に記載の液晶パネルの評価装置。

【請求項 1 6】 前記液晶層の厚さを求める手段は、前記検出光の分光スペクトルの極値の波長若しくは周波数位置に基づいて前記液晶層の厚さを導出するものであることを特徴とする請求項 1 5 に記載の液晶パネルの評価装置。

【請求項 1 7】 前記検出光に基づいて前記液晶層内の異物の有無を示す手段を備えていることを特徴とする請求項 1 1 乃至請求項 1 6 のいずれか 1 項に記載の液晶パネルの評価装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は液晶パネルの評価方法及び評価装置に係り、特に、反射型の液晶パネルであって内面に反射層を有する反射型液晶パネルに設けられた液晶層の厚さや異物の有無を調べるために好適な製造技術に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

一般に、液晶パネルは 2 枚の基板を貼り合わせ、両基板間に液晶を注入することによって形成される。これら 2 枚の基板には液晶層に電圧を印加するための電極パターンがそれぞれ形成されている。この液晶パネルを用いて液晶表示装置を構成する場合、液晶層の厚さ（セルギャップ）が表示特性に大きく影響するため、液晶層の厚さを高精度に設定するとともに、液晶層をパネル全体に亘って均一な厚さに形成することが非常に重要である。

【0 0 0 3】

このため、従来の液晶表示装置の製造工程においては、液晶パネルを構成した後に液晶層の厚さ及びその均一性を評価するための検査が行われている。また、液晶層の内部に異物が混入すると表示欠陥を生じるので、液晶層の内部に異物があるか否かについても検査が行われる場合がある。

【 0 0 0 4 】

ここで、上記検査は、単に製造された液晶パネルの良・不良を知り、不良品を排除するために行われる場合もあり、また、製造された液晶パネルの液晶層の厚さその他の特性値を獲得し、液晶パネルの品位の度合を特定し、クラス分けを行うために行われたり、結果をフィードバックして製造ラインの製造条件を微調整するための管理データを得るために行われる場合もあるなど、液晶パネルの評価を行うための行為として広く用いられているものである。

【 0 0 0 5 】

従来の液晶表示装置の製造工程においては、図 7 (a) に示すように、液晶層 1 0 a を備えた液晶パネル 1 0 を検査する場合には、環状の光源 1 1 により輪帯照明を行い、光源 1 1 から放出された光を偏光板 1 2 によって直線偏光に変換し、この直線偏光を液晶パネル 1 0 に照射し、その反射光を偏光板 1 3 に通して、最終的に色彩計 1 4 (その他 C C D カメラやフォトマル、分光計でも構わない) に よって反射光を解析するという方法が採用される場合がある。

【 0 0 0 6 】

また、図 7 (b) に示すように、点状光源とみなすことができる光源 1 5 から放出された光を、偏光板 1 6 を介して液晶パネル 1 0 に照射し、その反射光を、偏光板 1 7 を介して斜めに設置された色彩計 1 8 によって検出するという方法もある。

【 0 0 0 7 】

上記の図 7 に示す方法においては、光軸を基準とした場合の光入射側の偏光板 1 2 , 1 6 の偏光透過軸の方向と、光検出側の偏光板 1 3 , 1 7 の偏光透過軸の方向とが適宜の関係、例えば 2 0 ~ 6 0 度の角度差を有する関係、になるように設置することによって検出光の色相が液晶層の厚さに応じて変化することから、色彩計 1 4 , 1 8 によって撮影された画像の色相に基づいて液晶層の厚さの異常

や異物の有無を検査するようにしている。

【0008】

ここで、液晶パネル10に入射した照明光の正反射光を色彩計に入れてしまうと、液晶パネル10を構成する基板10b、10cの界面からの正反射光によって、液晶層10aを透過した反射光成分の光量比が小さくなり、検出精度が低下してしまうため、図7(a)及び(b)に示すように、正反射光が色彩計14、18に入らないように、液晶パネル10に対する照明光の入射角と、色彩計14、18によって検出される検出光の射出角との間に角度差を付けた状態で、正反射光以外の反射光、すなわち拡散光、のみを検出することにより検査を行っている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記従来の液晶パネルの検査方法においては、光源11、15から放出された光を偏光板12、16に通してから液晶パネル10に照射し、その正反射光を避け、拡散光のみを色彩計14、18にて受光しているので、色彩計14、18に入射する光量が少なくなり、検出信号のS/N比（信号・雑音比）が悪いため、精度の高い検査を行うことが困難であるという問題点がある。

【0010】

また、上記の色彩計14、18にて検出される反射光は正反射光ではなく拡散光であるので、そのうちの液晶層10aを通過してきた光成分が必ずしも液晶層10aの状況を正確に反映しているものではないと考えられ、このことから正確な液晶層10aの情報を検出することができないという問題点がある。

【0011】

そこで本発明は上記問題点を解決するものであり、その課題は、従来方法よりも液晶層に関する情報を精度良く獲得することのできる新規の液晶パネルの評価方法及び評価装置を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために本発明の液晶パネルの評価方法は、液晶パネルを光

学的に評価するための液晶パネルの評価方法であって、前記液晶パネルに対して所定状態の偏光を入射させ、その正反射光における前記液晶パネルに設けられた液晶層を通過してきた偏光成分の比率を増大させて検出光とし、該検出光を元にパネル評価を行うことを特徴とする。

【 0 0 1 3 】

この発明によれば、液晶パネルに所定状態の偏光を入射させ、その正反射光における液晶層を通過してきた偏光成分の比率を増大させて検出光とし、この検出光を元にパネル評価を行うことにより、正反射光を用いることによって検出光量を従来のパネル評価方法よりも増大させることができるので、検出精度を向上させることが可能になる。また、正反射光のうちの液晶層を通過してきた偏光成分を増大させることにより、液晶パネルの基板表面で反射された光等のように液晶層を通過することなく出射された正反射光の混入割合を低減することができるので、検出精度の悪化を抑制することが可能になる。

【 0 0 1 4 】

ここで、本願明細書における「正反射光」とは、液晶パネルに入射した偏光の入射角とほぼ等しい出射角を有する反射光を言う。また、単に「反射光」と言うときは、正反射光と、この正反射光以外の拡散光とを含むものとする。

【 0 0 1 5 】

本発明の別の液晶パネルの評価方法は、反射型の液晶パネルを光学的に評価するための液晶パネルの評価方法であって、前記液晶パネルに対して所定状態の偏光を入射させ、その正反射光における前記液晶パネルに設けられた液晶層を通過してきた偏光成分の比率を増大させて検出光とし、該検出光を元にパネル評価を行うことを特徴とする。本発明の液晶パネルの評価方法は、反射型の液晶パネルを評価する場合に、特に高い検出感度を得ることができる。

【 0 0 1 6 】

本発明のさらに別の液晶パネルの評価方法は、液晶パネルを光学的に評価するための液晶パネルの評価方法であって、前記液晶パネルの液晶層の背面側には反射手段が配置されており、前記液晶パネルに対して所定状態の偏光を入射させ、その正反射光における前記液晶パネルに設けられた液晶層を通過してきた偏光成

分の比率を増大させて検出光とし、該検出光を元にパネル評価を行うことを特徴とする。ここで、反射手段とは、液晶パネル内に組み込まれた反射層や反射板（液晶パネルの背面側の基板外面上に配置されている場合も含む。）であってもよく、或いは、液晶パネルとは別に（例えば装置側に）設置された反射手段であってもよい。後者の場合には、液晶パネルが透過型液晶パネル或いは半透過型液晶パネルであっても高い検出感度を得ることが可能になる。

【 0 0 1 7 】

本発明において、前記偏光は第 1 の振動面を有する偏光成分を主体とするものであり、前記検出光は、前記正反射光のうちの主として前記第 1 の振動面を有する偏光成分を削減したものであることが好ましい。

【 0 0 1 8 】

本発明において、前記検出光は、前記正反射光から主として前記第 1 の振動面とほぼ直交する第 2 の振動面を有する偏光成分を抽出したものであることがさらに好ましい。

【 0 0 1 9 】

また、本発明の別の液晶パネルの評価方法は、液晶層を備えた液晶パネルを光学的に評価するための液晶パネルの評価方法であって、前記液晶パネルに対して第 1 の振動面を有する直線偏光を入射させ、その反射光のうちの前記第 1 の振動面と略直交する第 2 の振動面を有する偏光成分を検出光とし、該検出光を元にパネル評価を行うことを特徴とする。

【 0 0 2 0 】

この発明によれば、第 1 の振動面を有する直線偏光を液晶パネルに入射させ、その反射光のうちの第 2 の振動面（第 1 の振動面と略直交する振動面）を有する偏光成分を検出光として用いることにより、液晶パネルの基板界面からの正反射光（直接反射光）を低減し、液晶層を通過して偏光状態の変化した光を主として検出することができるので、入射角とほぼ等しい出射角で放出される正反射光を検出して液晶パネルの液晶層の評価を行うことが可能になる。

【 0 0 2 1 】

本発明において、前記検出光に基づいて前記液晶層の厚さを求めることが好ま

しい。

【 0 0 2 2 】

本発明において、前記検出光の分光スペクトルの極値の波長若しくは周波数位置に基づいて前記液晶層の厚さを求めることが望ましい。この手段によれば、検出光の分光スペクトルの極値の波長位置及び周波数位置は、検出光の色相にはほとんど影響を受けないので、カラーフィルタを有するカラー液晶パネルなど、液晶層の厚さ以外の色相に影響を与える構造を有する液晶パネルに対しても、液晶層の厚さ測定を支障なく行うことが可能になる。

【 0 0 2 3 】

本発明において、前記検出光に基づいて前記液晶層内の異物を調べることが好ましい。液晶層を通過してきた光成分の比率が増大した検出光を検出することによって、液晶層内の異物（液晶パネルの基板内面上に付着した異物を含む。）を確実に検知することができる。

【 0 0 2 4 】

次に、本発明の液晶パネルの評価装置は、液晶パネルを光学的に評価するための液晶パネルの評価装置であって、所定状態の偏光を前記液晶パネルに対して照射する偏光照射手段と、前記液晶パネルから放出される正反射光を受け、該正反射光のうち前記液晶パネルに設けられた液晶層を通過してきた偏光成分の比率を増大させた検出光を得るための検光手段と、該検出光を検出する光検出手段とを備えていることを特徴とする。

【 0 0 2 5 】

また、本発明の別の液晶パネルの評価装置は、液晶層を有する液晶パネルを光学的に評価するための液晶パネルの評価装置であって、第1の振動面を備えた直線偏光を前記液晶パネルに対して照射する偏光照射手段と、前記液晶パネルから放出される反射光を受け、該反射光のうちの前記第1の振動面を備えた偏光成分を削減して検出光を得るための検光手段と、該検出光を検出する光検出手段とを備えていることを特徴とする。

【 0 0 2 6 】

本発明のさらに別の液晶パネルの評価方法は、液晶層を備えた液晶パネルを光

学的に評価するための液晶パネルの評価方法であって、前記液晶層の背面側に反射手段が設けられており、前記液晶パネルに対して第1の振動面を有する直線偏光を前記液晶層の前面側から入射させ、その反射光のうちの前記第1の振動面と略直交する第2の振動面を有する偏光成分を検出光とし、該検出光を元にパネル評価を行うことを特徴とする。ここで、反射手段とは、液晶パネル内に組み込まれた反射層や反射板（液晶パネルの背面側の基板外面上に配置されている場合も含む。）であってもよく、或いは、液晶パネルとは別に（例えば装置側に）設置された反射手段であってもよい。後者の場合には、液晶パネルが透過型液晶パネル或いは半透過型液晶パネルであっても高い検出感度を得ることが可能になる。

【0027】

本発明において、前記偏光照射手段は、光源と、該光源から放出される光から前記偏光を得るための偏光手段とを有することが好ましい。

【0028】

本発明において、前記偏光手段の偏光透過軸と、前記検光手段の偏光吸収軸とが光軸を基準として相互に略直交していることが好ましい。

【0029】

本発明において、前記検出光に基づいて前記液晶層の厚さを求める手段を備えていることが好ましい。

【0030】

本発明において、前記液晶層の厚さを求める手段は、前記検出光の分光スペクトルの極値の波長若しくは周波数位置に基づいて前記液晶層の厚さを導出するものであることが好ましい。

【0031】

本発明において、前記検出光に基づいて前記液晶層内の異物の有無を示す手段を備えていることが好ましい。

【0032】

【発明の実施の形態】

次に、添付図面を参照して本発明に係る液晶パネルの評価方法及び評価装置の実施形態について詳細に説明する。

【0033】

〔第1実施形態〕

図1は、本発明に係る液晶パネルの評価方法に用いる評価装置の第1実施形態の構成を模式的に示す概略構成図である。

【0034】

本実施形態の評価装置20は、液晶パネル10を載置する基台21の上方に、ハロゲンランプ、LED（発光ダイオード）、CFL（冷陰極管）等からなる光源22と、光ファイバー等からなる導光器23と、導光路23の先端に設けられた集光レンズ等からなる集光器24と、集光器24の先に配置された偏光子として用いられる偏光板25とを有する入射光学系が設けられている。

【0035】

また、基台21の上方には、上記入射光学系と対向するように、検光子として用いられる偏光板26と、この偏光板26の先に配置された集光レンズ等からなる集光器27と、集光器27に接続された光ファイバー等からなる導光器28と、導光器28に接続された分光計、CCDカメラ等からなる光検出器29とを有する検出光学系が設けられている。

【0036】

光検出器29によって得られた検出データは、評価処理部30に送られるようになっている。評価処理部30は、上記検出データの演算処理機能を有するものであることが好ましく、特に、MPU（マイクロプロセッサユニット）等のように動作プログラムに基づいて演算処理を行うように構成されたものであることが望ましい。

【0037】

基台21は、駆動機構31によって例えば図の紙面と直交する方向に移動可能に構成されている。一方、上記入射光学系及び検出光学系の少なくとも一部（例えば、集光器24、偏光板25、偏光板26及び集光器27）は、駆動機構32によって例えば図示左右方向に移動可能に構成されている。したがって、上記駆動機構31、32によって、入射光学系及び検出光学系と、基台21上に載置された液晶パネル10とを、液晶パネル10のパネル面と平行な仮想平面上におい

て自由に相対移動させることができる。なお、入射光学系及び検出光学系と、貴台21との少なくとも一方を適宜に移動可能に構成することによって、上記駆動機構31、32と機能的に等価な各種の駆動機構を構成することができる。

【0038】

図2は、本実施形態の評価装置20によって液晶パネル10の評価を行う場合の光路を模式的に示すものである。ここで、液晶パネル10が、基板10bと基板10cとをシール材10dによって貼り合わせ、両基板10b、10cの間に液晶層10aを挟持し、基板10cの内面上に反射層10eを備えた反射型の液晶パネルである場合について説明する。

【0039】

上記の入射光学系において偏光板25は所定方向（例えば、光軸と直交する平面と、入射光及び出射光の光軸を含む平面と交線の方P）と平行な偏光透過軸25tを有するとともに、光軸と直交する平面及び上記の所定方向と直交する方向（例えば、上記方向P及び光軸と直交する方向S）と平行な偏光吸収軸25aを有する。この偏光板25を透過することによって上記偏光透過軸25tの方向を含む振動面を有する直線偏光 L_i が形成され、液晶パネル10に入射角 θ_i で入射する。

【0040】

これに対して、上記の検出光学系は、入射角 θ_i で入射した直線偏光 L_i の正反射光を検出するように設定されており、入射角 θ_i とほぼ等しい出射角 θ_o で液晶パネル10から出射される正反射光が偏光板26に入射し、最終的に上記光検出器29に導かれるようになっている。偏光板26は、偏光板25の偏光透過軸25tに対して光路を基準として平行な偏光吸収軸26aを有し、偏光板25の偏光透過軸25tに対して光路を基準として直交する偏光透過軸26tを有する。

【0041】

上記の直線偏光 L_i が液晶パネル10に入射するとき、液晶パネル10の上側の基板（例えばガラス、プラスチック等からなるもの）10bの表面で反射する第1反射光 L_1 が入射角 θ_i の値に応じて発生する。また、第1反射光 L_1 以外

の光は基板 1 0 b を透過し、基板 1 0 b と液晶層 1 0 a との境界部分（例えば基板 1 0 b と、この基板 1 0 b の内面上に形成された内面構造、例えば図示しない透明電極、硬質保護膜、配向膜などとの境界、或いは、この内面構造と液晶層 1 0 a との境界など）において反射され、第 2 反射光 L 2 となる。そして、さらに上記第 1 反射光 L 1 及び第 2 反射光 L 2 以外の光は、液晶層 1 0 a を透過して、その背後にある基板 1 0 c の内面上に形成された内面構造及びこの内面構造の一部である反射層 1 0 d にて反射され、第 3 反射光 L 3 となる。

【 0 0 4 2 】

上記検出光学系は、上記の第 1 反射光 L 1、第 2 反射光 L 2 及び第 3 反射光 L 3 とが混合された出射偏光 L r となって上記偏光板 2 6 に入射する。このとき、出射偏光 L r のうち第 1 反射光 L 1 及び第 2 反射光 L 2 は通常、液晶パネル 1 0 に入射した直線偏光 L i とほぼ同じ偏光状態を備えているので、偏光吸収軸 2 6 a を有する偏光板 2 6 によって吸収される。一方、液晶層 1 0 a を通過してきた第 3 反射光 L 3 は、液晶層 1 0 a を通過することによって、液晶層 1 0 a の所定のリタデーション（液晶層 1 0 a 内の液晶分子の光学異方性 Δn と、液晶層 1 0 a の厚さ d との積）によって直線偏光 L i の偏光状態が変化し、当初の直線偏光 L i とは異なる偏光（例えば楕円偏光）となっているので、第 3 反射光 L 3 のみが偏光板 2 6 の偏光透過軸 2 6 t の方向に振動する偏光成分を有していることとなり、当該偏光成分は偏光板 2 6 を透過し、検出光 L o として上記光検出器 2 9 において検出される。

【 0 0 4 3 】

本実施形態では、基板 1 0 b の界面反射等によって液晶層 1 0 a を通過せずに反射した第 1 反射光 L 1 及び第 2 反射光 L 2 は偏光板 2 6 によって遮断され、液晶層 1 0 a を通過してきた第 3 反射光 L 3 の所定の偏光成分のみを検出することができるので、液晶層 1 0 a に影響を受けていない光成分を低減することができることから、その検出光 L o は液晶層 1 0 a によって変化を受けた偏光状態に強く依存した特性（光強度、色相、分光スペクトル分布等）を有することとなる。

【 0 0 4 4 】

上記検出光 L o は、直線偏光 L i が液晶層 1 0 a 内を往復透過してその偏光状

態が液晶層 10a のリタデーションに応じて旋光され若しくは複屈折されてなる第 3 反射光 L3 のうち、液晶層 10a を透過しない第 1 反射光 L1 及び第 2 反射光 L2 と同じ偏光状態の成分を除去した残りの偏光成分で構成されている。その結果、この検出光 L_o は、液晶層 10a のリタデーション $\Delta n \cdot d$ に応じた光強度、或いは、リタデーション $\Delta n \cdot d$ の色分散特性に応じた色相や分散スペクトルを備えている。したがって、検出光 L_o の光強度、色相又は分散スペクトルと、液晶層 10a のリタデーションとの間には相関があることとなるので、この相関を理論的に定め、或いは実験若しくはシミュレーション等によって定めることにより、検出光 L_o の光強度、色相又は分散スペクトルに基づいて液晶層 10a のリタデーション $\Delta n \cdot d$ 、或いは、液晶の Δn が既知であれば液晶層 10a の厚さ d を求めることが可能になる。

【 0 0 4 5 】

例えば、検出光 L_o の光強度は、上記第 3 反射光の位相差に応じて増減する。また、検出光 L_o の色相は上記第 3 反射光の偏光状態の変化量に応じて色度図上を移動する。さらに、分散スペクトルの極値（極小値又は極大値）もまた上記第 3 反射光の偏光状態の変化量に応じて周波数が変化する。

【 0 0 4 6 】

ここで、上記の入射角 θ_i = 出射角 θ_o は 0 度以上 90 度未満の適宜の角度で構わないが、その直線偏光 L_i における基板 10b の表面に対する臨界角（全反射角） θ_{th} を越えると、直線偏光 L_i が基板 10b の表面で全反射され、液晶層 10a に光が入射しなくなるので、実際には $\theta_i = \theta_o$ が 0 度以上で θ_{th} 未満である角度範囲で行う。この角度範囲内においても、なるべく角度を大きくすることが液晶層 10a 内の光路長を大きくでき、その結果、液晶層 10a に対する検出感度を高めることができる点で好ましいが、液晶パネル 10 内の光路長が長くなる分、検出光 L_o の光強度そのものは低下する。

【 0 0 4 7 】

本実施形態では、正反射光を利用することによって従来の装置よりも検出光 L_o の光強度及び感度を高めることができる。また、これによって、光源の光量を低下させても支障なく検出が可能になるので、上記のように光ファイバー等を用

いた光学系を構成するなど、光学系設計の自由度が増大する。

【0048】

〔第2実施形態〕

次に、図3を参照して本発明に係る第2実施形態について説明する。ここで、評価する液晶パネル10は図2に示すものと同様のものであるので、その説明は省略する。

【0049】

この実施形態の評価装置40は、光源41と、この光源41から放出される光を直線偏光に変換する偏光板42と、偏光板42から照射される直線偏光を液晶パネル10に照射するとともに、その反射光を垂直に屈折させるビームスプリッタ43と、ビームスプリッタ43によって屈折された反射光を受ける偏光板44と、偏光板44を透過した光を検出する光検出器45と、光検出器45によって得られた検出データを処理する評価処理部46とを備えている。

【0050】

この実施形態において、偏光板42の偏光透過軸42tは図の紙面に直交する方向に設定され、偏光板44の偏光吸収軸44aも図の紙面と直交する方向に設定されている。また、ビームスプリッタ43は、プリズム43a、43bを重ねたものであり、偏光板44と反対側の端面に遮光層43cが形成されている。

【0051】

この実施形態において、光源41から放出された光は偏光板42を通過して偏光透過軸42tと平行な振動面を有する直線偏光になり、ビームスプリッタ43のプリズム43aと43bとの界面を透過した光 L_i が液晶パネル10に入射する。この入射光 L_i は液晶層10aを通過した後に反射されて反射光 L_r として再びビームスプリッタ43へ戻り、ビームスプリッタ43におけるプリズム43aと43bとの界面で反射された光が偏光板44に入射し、ここで、偏光板44の偏光吸収軸44aと平行な振動面を有する偏光成分を吸収し、その残り成分が検出光 L_o として光検出器45にて検出される。

【0052】

この実施形態は、液晶パネル10に対する光の入射角 θ_i 及び出射角 θ_o が共

に 0 度である場合を示している。ここで、反射光 L_r には、液晶パネル 10 の基板 10 b の表面反射など、液晶層 10 a を通過せずに射出される反射光成分と、液晶層 10 a を通過してきた反射光成分とが共に含まれている。液晶層 10 a を通過せずに射出される反射光成分は、基本的に入射光 L_i と同様に図の紙面に直交する振動面を有する偏光成分であり、偏光板 44 によって吸収される。液晶層 10 a を通過してきた反射光成分は、液晶層 10 a のリタデーションに応じて入射光 L_i の直線偏光に対して偏光状態が変化するので、図の紙面と平行な振動面を有する偏光成分を備えている場合があり、この偏光成分は偏光板 44 を透過して光検出器 45 にて検出される。

【 0 0 5 3 】

本実施形態では、偏光板 42 の偏光透過軸 42 t と偏光板 44 の偏光吸収軸 44 a とが光軸を基準とした場合に光軸に対して同方向に設定されているので、液晶パネル 10 に照射された入射光 L_i の正反射光を検出光学系にそのまま取り込んでも液晶層 10 a を通過してきた光成分を抽出して検出することができる。したがって、検出光 L_o の光強度を向上させることができるため、検出精度を向上させることができる。また、検出光 L_o は液晶層 10 a を通過してきた光成分を主体としたものであるため、検出信号の S/N 比を高めることが可能になる。

【 0 0 5 4 】

〔第 3 実施形態〕

次に、図 8 に示すカラー反射型液晶パネルに対して上記各実施形態と同様の物理的構成を有する評価装置を用いて検出光 L_o から液晶層 10 a の厚さ d を求める評価手順を採用した本発明の第 3 実施形態について、図 4 乃至図 6 を参照して説明する。この実施形態の評価装置の概略構成は第 1 実施形態又は第 2 実施形態と同様であるので、その説明は省略する。

【 0 0 5 5 】

まず、図 8 を参照して、本実施形態の評価装置の測定対象であるカラー反射型液晶パネル 100 の構造について説明する。この液晶パネル 100 は、基板 101、102 をシール材 103 によって貼り合わせ、基板間に液晶層 104 を配置したものである。基板 101 の内面上には、ITO 等の透明導電体からなる透明

電極 1 1 1 が形成されている。この透明電極 1 1 1 の表面上には SiO_2 等からなる硬質保護膜 1 1 2 が形成されている。さらに、硬質保護膜 1 1 2 の表面上に配向膜 1 1 3 が形成され、この配向膜 1 1 3 の表面にはラビング処理が施されている。

【 0 0 5 6 】

一方、基板 1 0 2 の内面上には、Al 等の金属膜からなる反射層 1 1 4 が形成され、この反射層 1 1 4 の上には絶縁層 1 1 5 が形成されている。絶縁層 1 1 4 の上には透明電極 1 1 6 が形成されている。この透明電極 1 1 6 の上には着色層 1 1 7 が形成され、この着色層 1 1 7 を、表面を平坦化するための保護膜 1 1 8 が被覆している。着色層 1 1 7 は適宜のパターンで異なる色調（例えば赤、緑、青）のものが配列するように構成されている。着色層 1 1 7 と保護膜 1 1 8 はカラーフィルタを構成している。保護膜 1 1 8 の上には配向膜 1 1 9 が形成され、その表面にラビング処理が施されている。

【 0 0 5 7 】

このように構成されたカラー反射型液晶パネル 1 0 0 においては、着色層 1 1 7 を備えたカラーフィルタが形成されていることにより、液晶層 1 0 4 を通過した光はカラーフィルタを通過することとなり、所定の色調を呈することとなる。着色層 1 1 7 は隣接する画素間で異なる色相を有するとともに、色相のばらつきやその再現性の低さが存在するので、上述の検出光 L_0 の色相を用いた液晶層の厚さを求める方法を用いることは難しい。そのため、本実施形態では、以下に詳述する方法によって液晶層 1 0 4 の厚さを求めるように構成してある。

【 0 0 5 8 】

本実施形態においては、上記光検出器 2 9, 4 5 として分光ユニットを用いる。この分光ユニットは、上記検出光 L_0 の少なくとも可視光領域における分光スペクトル若しくはこれに対応する検出データを得ることができるものであり、例えば、分光素子を用いた分光計、マルチプレクス分光法を用いた分光装置、マルチチャンネル分光計などのいずれであってもよい。

【 0 0 5 9 】

分光ユニットにおいては、上記の光路に沿って到達した光の可視光領域の分光

スペクトル自体、若しくは、この分光スペクトルと等価な、すなわち所定の数学的演算によって分光スペクトルを導出可能な、種々の光学的パラメータ（複素誘電率等）が検出される。

【0060】

上記検出光L₀の分光スペクトルの一例を図4に示す。この分光スペクトルにおいては、可視光領域中に極小値M_b、極大値M_pが存在する。これらの極小値M_bの得られる波長 λ_b 、極大値M_pの得られる波長 λ_p は、液晶表示パネル10の液晶層10aの厚さdとの間に所定の相関を有している。

【0061】

一般に、液晶の光学特性、すなわち光学異方性 Δn 、ツイスト角 θ 、液晶層10aの厚さd、偏光板25、42の透過偏光軸と偏光板26、44の透過偏光軸との間の光軸周りの角度 ϕ （本実施形態の場合には90度）、光源の発光スペクトル、第1基盤及び第2基盤の光学特性に基づいて、ジョーンズベクトル法や、4×4マトリクス法を用いることにより、上記分光スペクトルを導出することができる。そして、この分光スペクトルにおける上記極小値M_b及び極大値M_pの位置、すなわち波長 λ_b 、 λ_p を上記パラメータにて表すことができる。したがって、光源、入射側光学系及び出射側光学系の光学的条件が一定であれば、所定の Δn 、 θ 、 ϕ であるときの液晶層10aの厚さdを、上記波長 λ_b 又は λ_p の関数F(λ)で表すことができる。この厚さを示す関数 $d = F(\lambda)$ は、実用的には波長 λ_b 又は λ_p の1次から4次の関数で表すことが可能である。

【0062】

図4には、液晶層10aの厚さdを変化させたとき（ $d = d_0$ 、 $d = d_0 - \Delta d$ ）の2つの分光スペクトルを示してある。通常、可視光領域の上記波長 λ_b 、 λ_p は、液晶層10aの厚さdが増加すると上記関数F(λ)に従って単調に増大する。なお、上記関数F(λ)は、あらかじめ実験を繰り返して得たデータから求められた実験式であっても構わない。

【0063】

図5は、液晶表示パネル10として図2に示すようなカラーフィルタを備えていないモノクロパネルAと、図8に示すようなカラーフィルタを備えたカラーパ

ネルB及びCとを用いた場合について、それぞれ上記の分光スペクトルを示したものである。ここで、カラーパネルBとカラーパネルCとは互いに異なる色相の着色層を備えたカラーフィルタを有するものである。この場合、測定ばらつきを低減するために、上記分光ユニットにて分光される光の範囲は、それぞれ液晶表示領域中における複数の画素を含む領域を通過した範囲に設定している。

【0064】

図5に示すように、カラーフィルタの有無、カラーフィルタの種類等によって分光スペクトルは大きく変化するが、上記極小値 M_b 及び極大値 M_p の位置はほとんど変化せず、上記波長 λ_b 、 λ_p はほぼ一定である。したがって、上記の関数 $F(\lambda)$ を用いて液晶層の厚さ d を求める場合には、カラーフィルタの有無やフィルタ色調の変化によって検出値が影響を受けることはほとんどない。

【0065】

図6は、上記の評価処理部30、46を動作させるための動作プログラムの概略フローチャートを示すものである。まず、評価装置に液晶表示パネル10がセットされ、また、操作者等によりキーボード等の入力装置（図示せず）から所定のデータが入力されると、その入力データを評価処理部30、46内のメモリに保存する。この入力データは、セル条件、すなわち液晶の光学異方性 Δn 及びツイスト角 θ 、偏光板25、42及び26、44の透過偏光軸の角度 ϕ 、パネル基板の厚さや材質或いは光学特性等である。また、評価処理部は液晶層10aの厚さ d の目標値 d_0 も受け、記録する。

【0066】

上記の入力されたセル条件や目標値に基づいて評価処理部30、46は上記関数 $F(\lambda)$ を求める。この関数 $F(\lambda)$ は、液晶層10aの厚さ d と、上記波長 λ_b 又は λ_p との関係を示すものである。本実施形態では分光スペクトルの極小値 M_b に対応する波長 λ_b を用いている。

【0067】

次に、外部から入力されるスタート指令を待ち、スタート指令が入力されると、測定位置を適宜の箇所にセットして、分光計測を開始する。そして、分光ユニットから分光データが評価処理部30、46に送出され、評価処理部は分光デー

タに基づいて上記波長 λ_b を求める。

【0068】

そして、上記波長 λ_b から上記関数 $F(\lambda)$ を用いて液晶層10aの厚さ d を算出し、この算出された厚さ d や、目標値 d_0 との差 $\Delta d = |d - d_0|$ (d と d_0 の差の絶対値)等を外部(例えば表示手段や記録手段等)に出力する。

【0069】

その後、予め定められた計測パターンに応じて計測箇所を変える場合、例えば液晶パネル10の複数の箇所において計測を行う場合には、駆動機構により液晶パネル10と光学系との相対的位置関係を変化させ、別の箇所にて上述と同様に繰り返し計測を行う。

【0070】

以上説明した本実施形態においては、精度良く、しかも、カラーフィルタの有無や色相のばらつきなどにほとんど影響されることなく、液晶パネルの液晶層の厚さを検出することができる。

【0071】

上記実施形態において、液晶層の厚さを求めるために分光スペクトルの波長 λ_b を用いているが、 λ_p を用いても良く、また、当該波長に相当する周波数や、これらに関連付けられた種々の対応値を用いても構わない。

【0072】

尚、本発明の評価方法及び評価装置は、上述の図示例にのみ限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々変更を加え得ることは勿論である。

【0073】

例えば、上記各実施形態では反射型或いは半透過型の液晶パネルに対して評価を行う方法について説明しているが、反射型や半透過型の液晶パネルでなく、透過型の液晶パネルであっても、液晶層を通過した後に生ずる界面反射光が存在するので、この界面反射光に基づいて上記と同様に液晶層に関する評価を行うことができる。この場合、外部に反射鏡、反射板等の反射手段を用いても良い。透過型の液晶パネルの背面側に反射手段を配置することで、透過型の液晶パネルであ

っても上述の評価装置によって評価を行うことが出来る。また、半透過型の液晶パネルを評価する場合においては、上記と同様に反射手段を設けることにより、反射光強度を高めることができ、より高い検出感度を得ることができる。

【0074】

また、上記実施形態では液晶層の厚さを求める方法について詳述しているが、液晶層の厚さに限らず、液晶層のリタデーション $\Delta n \cdot d$ を求めたり、液晶層中の異物の有無を確認する場合などにも同様に用いることができる。例えば、液晶層中の異物の有無については、光の照射位置をパネル面に沿って走査し、複数箇所にて上記検出光 L_o を検出して構成した画像に基づいて目視で確認する方法、或いはまた、上記の関数 $F(\lambda)$ を複数箇所にて算出し、異物が存在すると関数 $F(\lambda)$ が目標値 d_o よりも大きく変化することを利用するなどの方法によって異物の存在を確認する方法などを用いることができる。

【0075】

【発明の効果】

以上、説明したように本発明によれば、液晶パネルの液晶層に関する情報を高い S/N 比で取り出すことができ、高い精度で液晶パネルを評価することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明に係る評価装置の第1実施形態の構造を模式的に示す概略構成図である。

【図2】

第1実施形態の測定原理を模式的に示す拡大説明図である。

【図3】

本発明に係る評価装置の第2実施形態の構造を模式的に示す概略構成図である。

【図4】

本発明の評価装置によって検出された分光スペクトルを示すグラフである。

【図5】

カラーフィルタの有無その他の条件が異なる液晶パネルに対して、本発明の評価装置により検出した分光スペクトルの例を示すグラフである。

【図 6】

本発明に係る評価装置の第 3 実施形態の動作プログラムの概要を示す概略フローチャートである。

【図 7】

従来の液晶パネルに対する評価装置の構成例を示す概略構成図 (a) 及び (b) である。

【図 8】

カラー反射型液晶パネルの構造を模式的に示す概略断面図である。

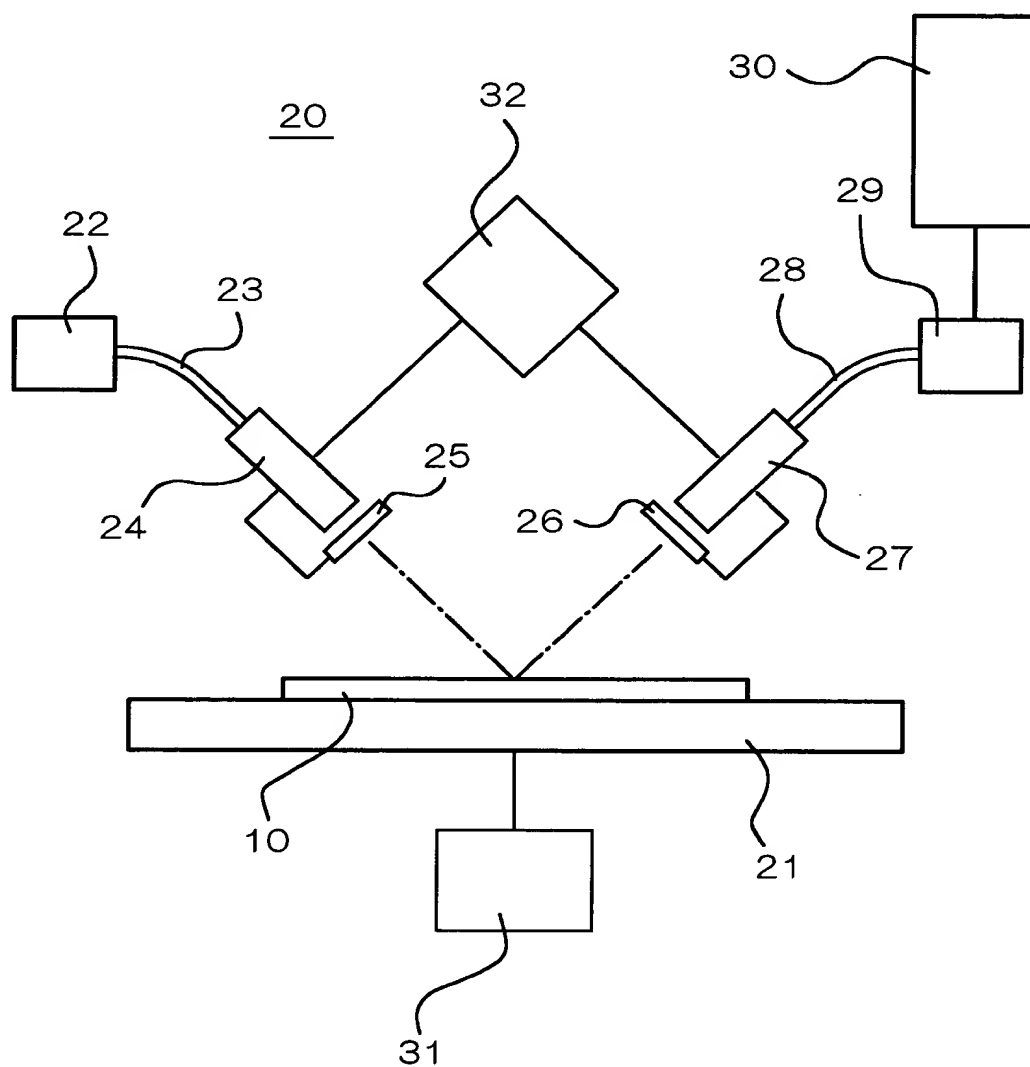
【符号の説明】

- 1 0 液晶パネル
- 1 0 a 液晶層
- 1 0 b, 1 0 c 基板
- 1 0 e 反射層
- 2 0, 4 0 評価装置
- 2 1 基台
- 2 2, 4 1 光源
- 2 3 導光器 (入射側)
- 2 4 集光器 (入射側)
- 2 5, 4 2 偏光板 (入射側)
- 2 6, 4 4 偏光板 (出射側)
- 2 7 集光器 (出射側)
- 2 8 導光器 (出射側)
- 2 9, 4 5 光検出器 (分光ユニット)
- 3 0, 4 6 評価処理部 (MPU)

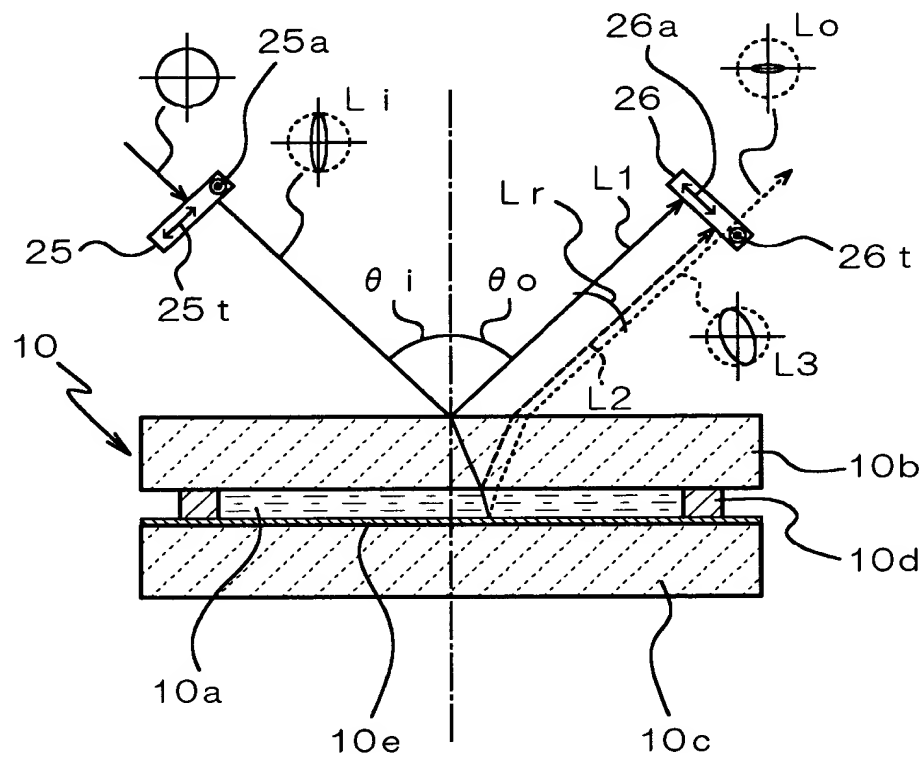
【書類名】

図面

【図1】

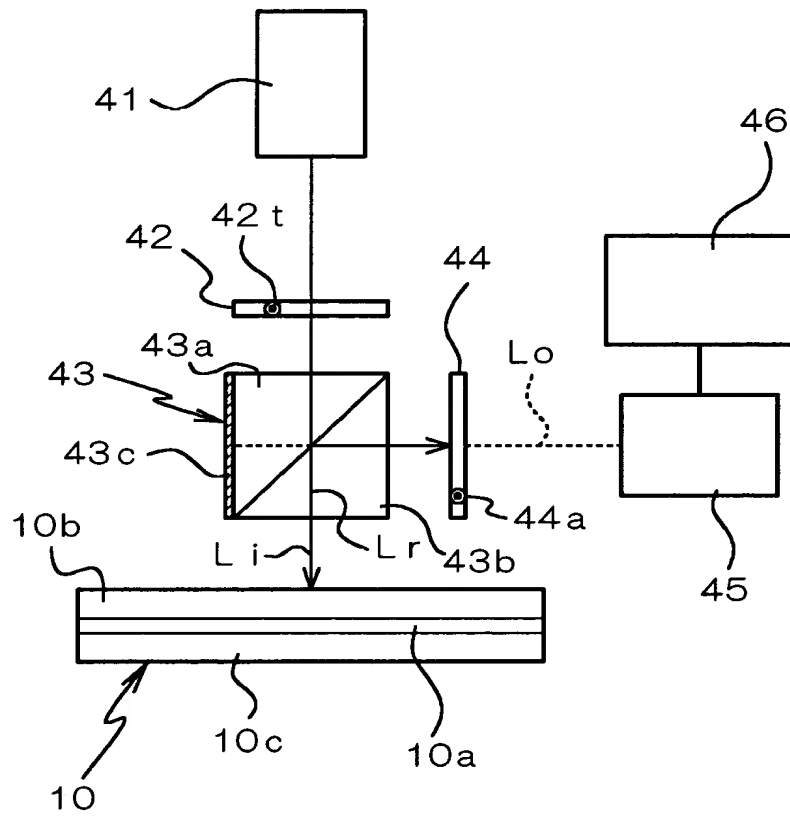


【図 2】

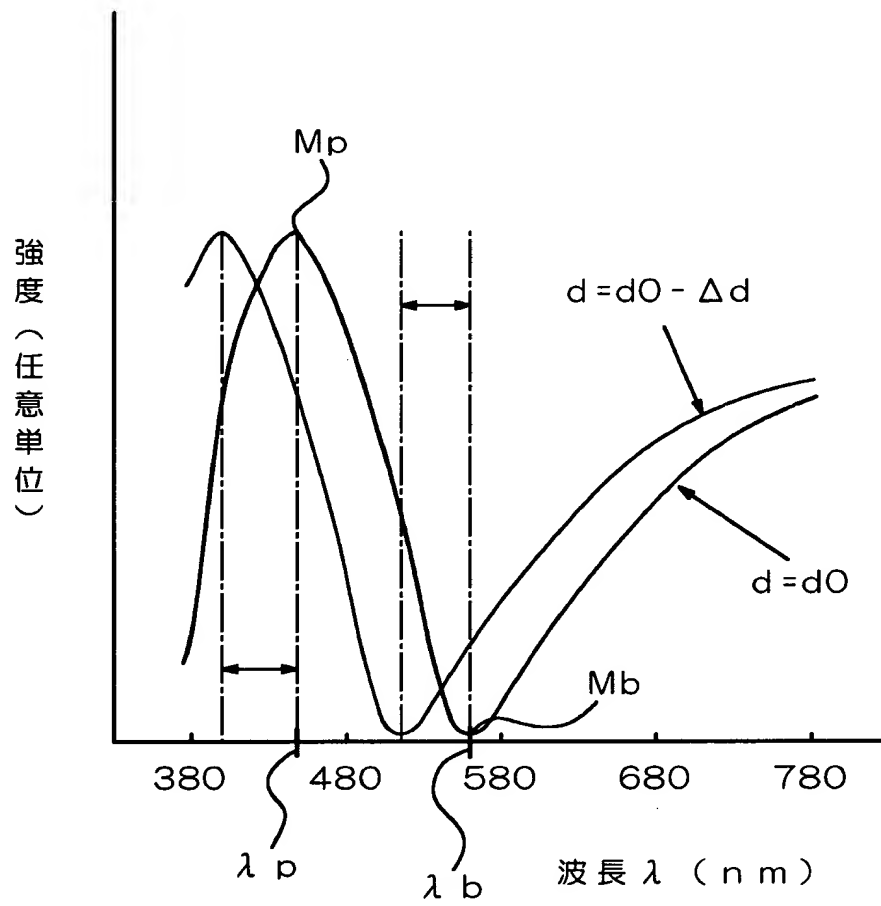


【図 3】

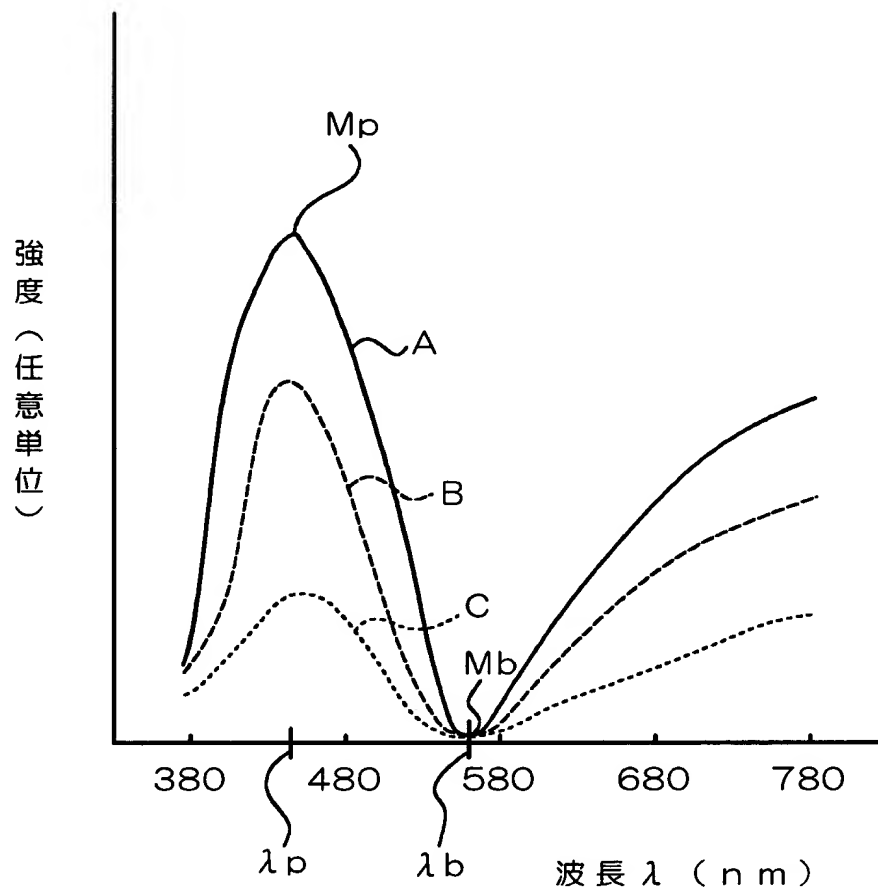
40



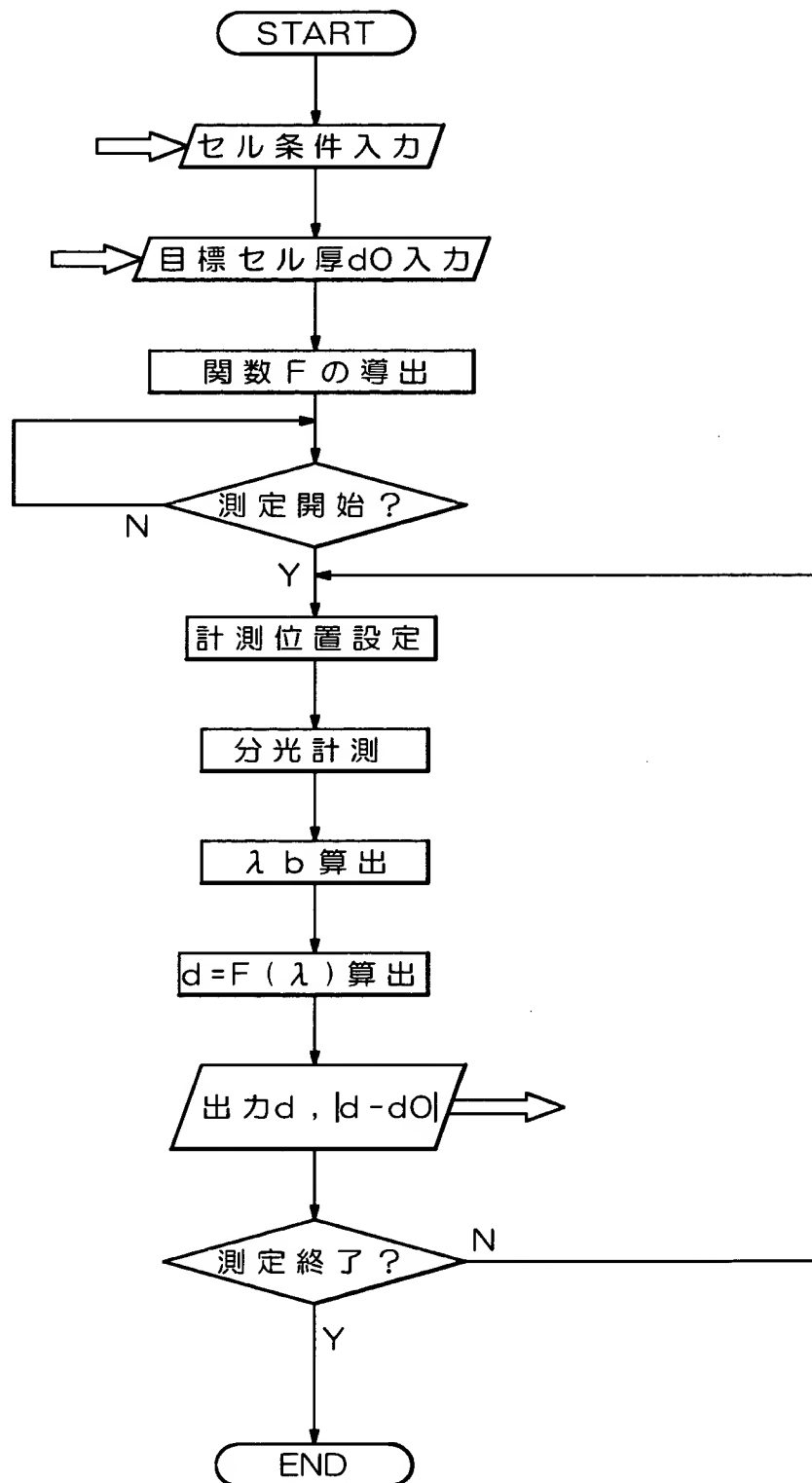
【図4】



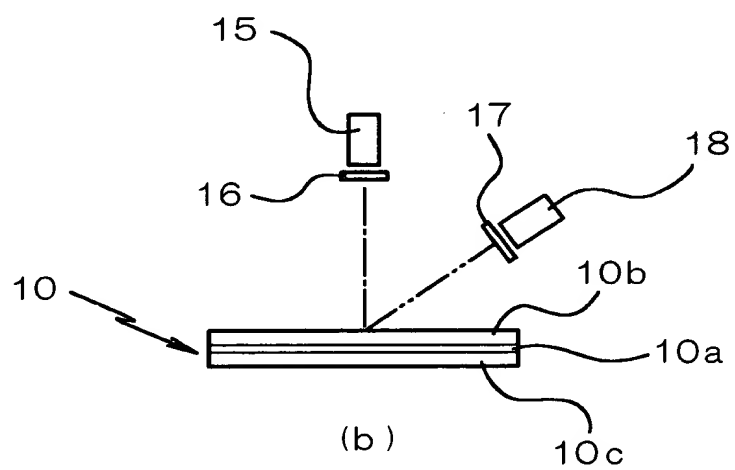
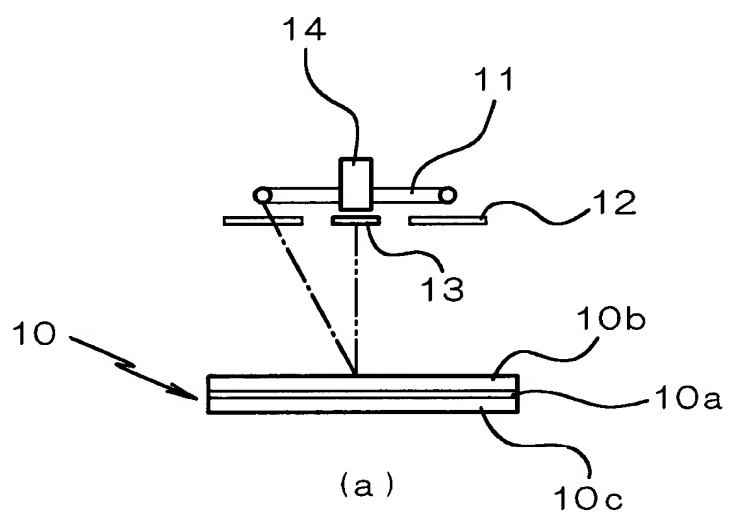
【図 5】



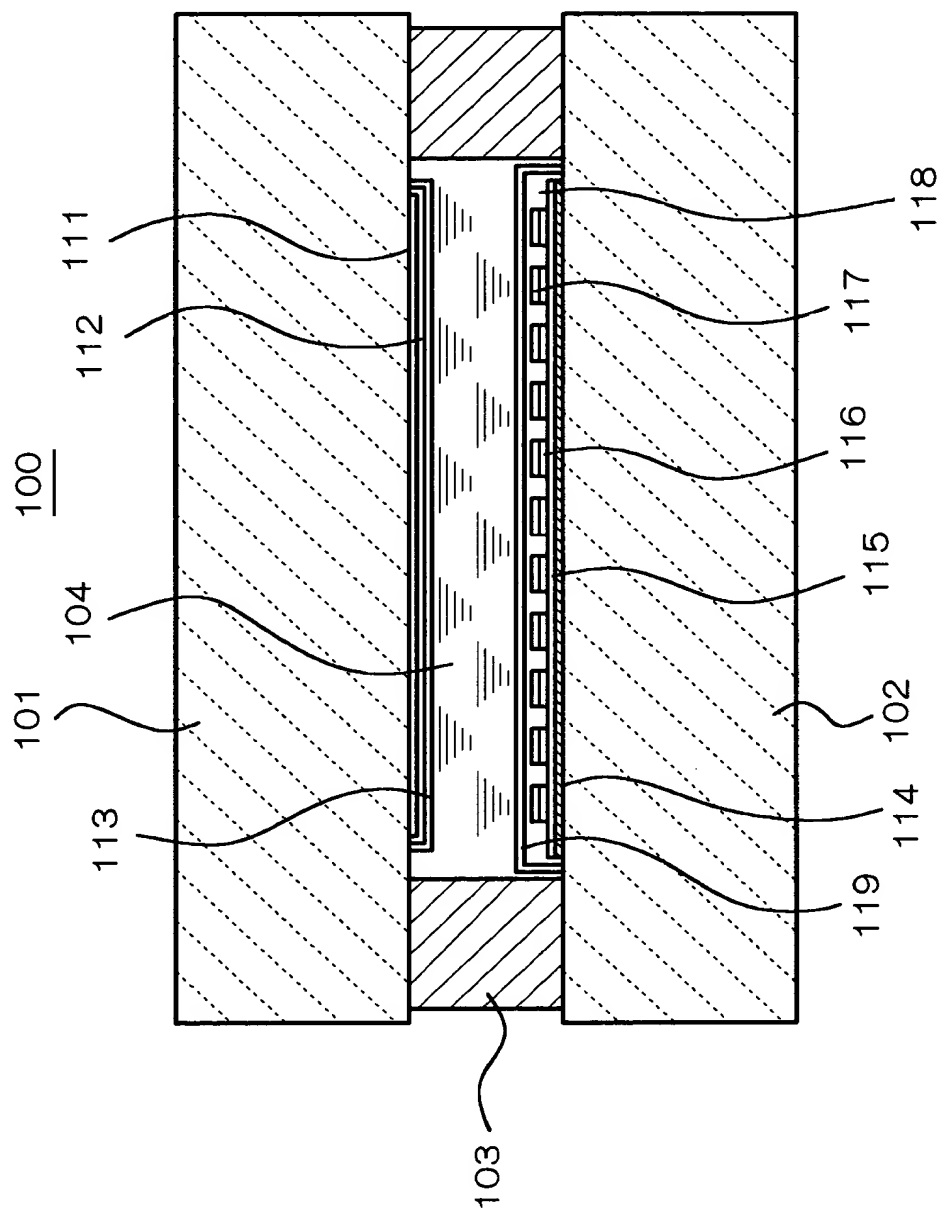
【図6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 従来方法よりも液晶層に関する情報を精度良く獲得することのできる新規の液晶パネルの評価方法及び評価装置を提供する。

【解決手段】 入射光学系において偏光板 2 5 は所定方向と平行な偏光透過軸 2 5 t を有する。この偏光板 2 5 を透過することによって上記偏光透過軸 2 5 t の方向を含む振動面を有する直線偏光 L_i が形成され、液晶パネル 1 0 に入射角 θ_i で入射する。これに対して、上記の検出光学系は、入射角 θ_i で入射した直線偏光 L_i の正反射光を検出するように設定されており、入射角 θ_i とほぼ等しい出射角 θ_o で液晶パネル 1 0 から出射される正反射光が偏光板 2 6 に入射し、最終的に上記光検出器 2 9 に導かれる。偏光板 2 6 は、偏光板 2 5 の偏光透過軸 2 5 t に対して光路を基準として平行な偏光吸収軸 2 6 a を有する。

【選択図】 図 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000002369]

1. 変更年月日	1990年 8月20日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
氏 名	セイコーエプソン株式会社